

ESPECIFICACIONES PARA EQUIPOS DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA EN MEDIA TENSIÓN

ENERGÍA	**NORMA TÉCNICA**				**RA8- 010**	REV. **2**
epm®	**ESPECIFICACIONES PARA EQUIPOS DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA EN MEDIA TENSIÓN**				ELABORÓ: UNIDAD N&E	REVISÓ: UNIDAD N&E
					APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/06/01
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 1 de 33

CONTROL DE CAMBIOS

FECHA			ELABORÓ (REVISÓ)	Aprobó	DESCRIPCIÓN	Entrada en vigencia		
DD	MM	AA				DD	MM	AA
01	10	1984	Área Ingeniería y Gestión	Gerencia General	Creación de la norma.	01	10	1984
01	05	2005	Área Ingeniería Distribución	Gerencia General	Actualización de la norma.	01	05	2005
01	06	2015	CET N&E	CET	La norma se actualizó de manera general y su aplicación será para los proyectos que se presenten a partir de la fecha de su entrada en vigencia.	01	06	2015

CONTENIDO

LISTADO DE TABLAS

LISTADO DE FIGURAS

1. ALCANCE

El equipo de transferencia automática o dobletiro permite al cliente o al usuario disponer de dos fuentes de alimentación. Es utilizado principalmente en media tensión (13.2 kV) y en baja tensión (480, 440, 220 ó 208 Voltios).

Para este caso en particular se establecerán las especificaciones mínimas que deben cumplir los equipos de transferencia automática que se utilizan en el nivel de tensión II de EPM (13.2 kV) y que se usan en los sistemas de distribución en la industria, grandes comercios, hospitales, o en términos generales, a las cargas más especiales del sistema que requieran de la conexión de este tipo de equipos con el propósito de aumentar la confiabilidad en el suministro de energía.

2. DEFINICIONES

- **Barraje:** Barra de cobre o conductor de sección equivalente, al cual pueden conectarse separadamente varios circuitos eléctricos.
- **Barraje Puesto a Tierra:** Barra en platina de cobre o de un material con capacidad de conducción equivalente de una instalación o circuito que es conectado intencionalmente al sistema de puesta a tierra. Generalmente corresponde al neutro de un sistema monofásico o de un sistema trifásico en estrella.
- **Circuito de Respaldo**: Conjunto de redes eléctricas destinados a suministrar, distribuir y controlar la electricidad para una instalación específica cuando se interrumpe el suministro eléctrico normal. Estos sistemas están destinados para suministrar automáticamente corriente a cargas seleccionadas (diferentes a las clasificadas como sistemas de emergencia) en el caso de que falle el suministro normal.
- **Conector terminal o borna:** Terminal para conexión de conductores eléctricos.
- **Celda:** Estructuras metálicas o no metálicas que cumplen con condiciones mecánicas y de seguridad, construidos para instalarse generalmente de manera autosoportada y destinados a encerrar equipos en media tensión tales como interruptores, medidores de energía y transformadores de medida en media tensión.
- **Frente muerto:** Parte de un equipo accesible a las personas y sin partes activas expuestas.

Debe ser del mismo material del tablero (no debe ser acrílico o policarbonato).

- **Partes Vivas:** Conductores, barras, terminales o componentes eléctricos sin aislar o expuestos, que crean riesgo de arco o choque eléctrico.
- **Tablero auto soportado:** Se entiende por tablero autosoportado aquel que tiene la capacidad de soportar o sostener su propio peso y se instala fijado o anclado sobre un pedestal.

3. CONSIDERACIONES INICIALES

Acorde a lo establecido en la resolución CREG 097 de 2008, todas las instalaciones que a partir de la fecha de publicación de dicha resolución, requieran un circuito de respaldo para incrementar la confiabilidad en el suministro de energía, debe formalizar ante el Operador de Red un contrato denominado “contrato de capacidad de respaldo”, que establece un pago mensual por garantizar el suministro en cualquier momento de la potencia instalada que requiera el interesado, lo cual busca compensar al OR por la capacidad que debe dejar disponible en el circuito de respaldo con el fin de atender contingencias del solicitante.

Por lo anterior, antes de implementar un equipo de transferencia automática, es necesario que el interesado trámite ante EPM una factibilidad de punto de conexión para el circuito de respaldo, aclarando en el campo de observaciones que desean implementar un transferencia automática en la instalación, con el fin que la entidad calcule el valor mensual que debe asumir el interesado por el circuito de respaldo requerido, establecer la ubicación geográfica del sitio donde deben conectarse al circuito de respaldo e informarle los tramites respectivos.
EPM no autorizará la implementación y/o energización de un equipo de transferencia automática en una instalación que previamente no haya firmado el “contrato de capacidad de respaldo” a través de la dependencia respectiva.

De igual forma, es necesario que el interesado presente un proyecto de redes a través de un ingeniero electricista debidamente acreditado con las especificaciones del equipo de transferencia automática a instalar y del sitio donde éste elemento será ubicado, además de las otras disposiciones que se encuentran descritas en la norma RA0-001 de EPM.

4. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Un equipo de transferencia automática está conformado o constituido por dos dispositivos de corte que pueden ser seccionadores o interruptores, los cuales se encuentran enclavados eléctrica y en algunos casos mecánicamente con el fin de evitar que se presente un cierre simultáneo entre ellos.
De igual manera hacen parte de un dobletiro todos los elementos y equipos de protección, señalización, control y mando.

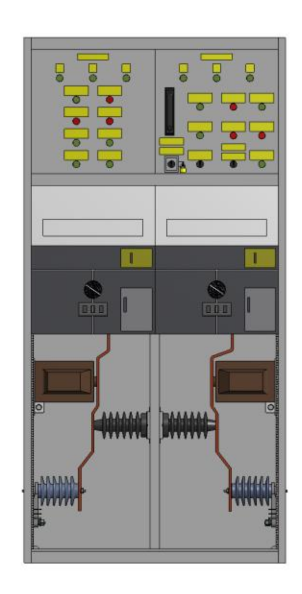
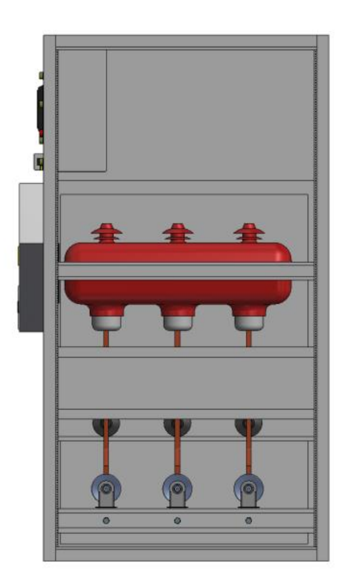
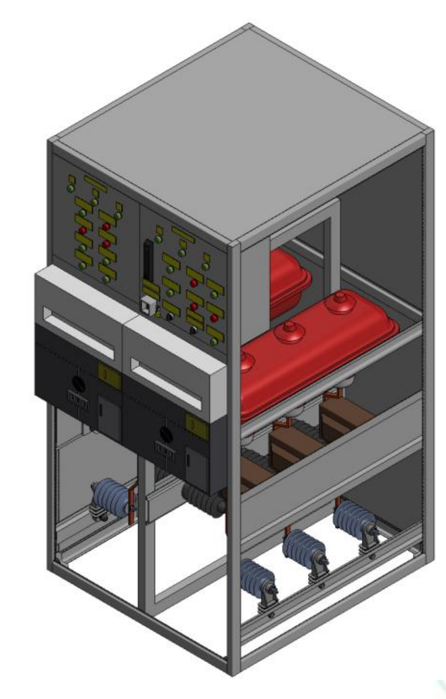
4.1. DISPOSITIVOS DE CORTE

Los elementos o dispositivos de corte de un Equipo de Transferencia Automática pueden ser seccionadores en aceite, en SF6; o interruptores aislados en aceite, en SF6 o al vacío.
En los sistemas de distribución de EPM no está permitida la implementación de equipos de transferencia automática por medio de seccionadores al aire, debido al auge de otras tecnologías en seccionadores o interruptores que para este propósito en particular brindan una mayor confiabilidad, teniendo en cuenta el número de operaciones esperada en este tipo de equipos durante su vida útil.

4.1.1. Seccionadores

Son dispositivos mecánicos de maniobra mediante el cual se pueden desconectar los circuitos o fuentes de alimentación normalmente sin carga, y en ningún caso pueden ser operados en condiciones de falla a menos que estén especificados y certificados para funcionar bajo este tipo de condiciones. El medio de extinción del arco podrá ser en aceite o en SF6. Cuando se instalen seccionadores como equipo de corte, estos deben cumplir con las siguientes características eléctricas y mecánicas. Ver figura 1.

Figura 1. Esquemático transferencia automática en media tensión con seccionadores en SF6.

4.1.1.1. Características eléctricas

- Tensión mínima nominal: 15 kV
- Corriente nominal: 100 A mínimo
- Conexión del sistema: "Y" con neutro sólidamente puesto a tierra
- Tiempo de apertura máxima: 300 ms
- Nivel de aislamiento: 95 kV
- Frecuencia de operación: 60 Hz
- Capacidad de interrupción igual a la corriente nominal.
- Normas de fabricación: IEC62271-102

4.1.1.2. Características mecánicas

- Mecanismo de operación de energía acumulada por resortes.
- Motor para carga de resortes.
- Dispositivo para carga manual de los resortes.

4.1.1.3. Dispositivo de protección por sobrecorriente

Será obligatorio la implementación de elementos de protección por sobrecorriente en los siguientes casos:

a) Cuando por condiciones de prestación del servicio u otras a potestad de EPM, se autoriza una capacidad de respaldo inferior a la capacidad total de la instalación, calculada con base en la corriente nominal de los transformadores de corriente para medida en media tensión, o por medio de la capacidad total de los transformadores de potencia “aguas arriba” de la medida para instalaciones con medida en baja tensión.

b) Cuando el transformador de potencia que surta del servicio a la instalación no cuente con una protección por sobrecorriente en media tensión de apertura tripolar, como es el caso de seccionadores con fusible o interruptores.

c) En el caso de seccionadores, la instalación de protecciones de sobrecorriente se podrá realizar por medio de fusibles, y si es obligatoria su implementación, los fusibles del circuito de respaldo deben calcularse con base en la capacidad de respaldo autorizada. Los fusibles a instalar deben cumplir con las disposiciones descritas en la norma RA8-002 de EPM.

d) En caso que se tengan circuitos de respaldo con capacidades inferiores a la capacidad instalada, se deberá utilizar un relé para proteger por sobrecorriente, con esto se deberá garantizar que no se presenten sobrecargas en los circuitos de respaldo debido a la carga total instalada.

4.1.1.4. Dispositivo de apertura por falla

a) Los seccionadores dispondrán de varilla colectora para disparo tripolar por actuación de cualquier fusible en los casos en los que el equipo cuente con estos elementos.

b) El dispositivo será apto para operación por medio de relés de sobrecorriente u otro tipo de relés auxiliares.

c) Recorrido máximo para el percutor del fusible: 20 mm.

4.1.1.5. Enclavamiento mecánico entre seccionadores

a) Se ajustará con dispositivos rígidos (varillas, tubos o engranajes) sometidos a un proceso de tropicalización o similar.
b) No se aceptarán las guayas u otro tipo de cables flexibles.
c) No se podrá actuar sobre los dispositivos de apertura y cierre directamente.
d) No se podrá combinar con ningún tipo de señales eléctricas.
e) El enclavamiento será totalmente mecánico y con la fortaleza necesaria para impedir cualquier operación manual errónea.
f) Debe tener el menor número de engranajes y evitará tornillos o similares, prefiriendo en tal caso los remaches.

4.1.1.6. Palanca para operación manual



Existirá sólo una para ese fin, de tal manera, que el sistema de acople con el eje de los seccionadores impida la eventual utilización de otras herramientas.

4.1.1.7. Cuchilla de puesta a tierra

Los dispositivos de corte por medio de seccionadores, deben disponer de una cuchilla de puesta a tierra preferiblemente en el lado de la carga con el fin garantizar la seguridad al momento de realizar las labores de mantenimiento.
La cuchilla de puesta a tierra debe tener un mecanismo de enclavamiento con el seccionador de potencia con el propósito de evitar operaciones erróneas en el equipo.

4.1.2. Interruptores

a) El equipo de transferencia automática puede estar conformado también por dos interruptores tripolares de operación manual y automática bajo carga, por acumulación de energía a resortes, los cuales tendrán como medio de extinción o corte del arco el “SF6” o el “vacío”. Ver figura 2.

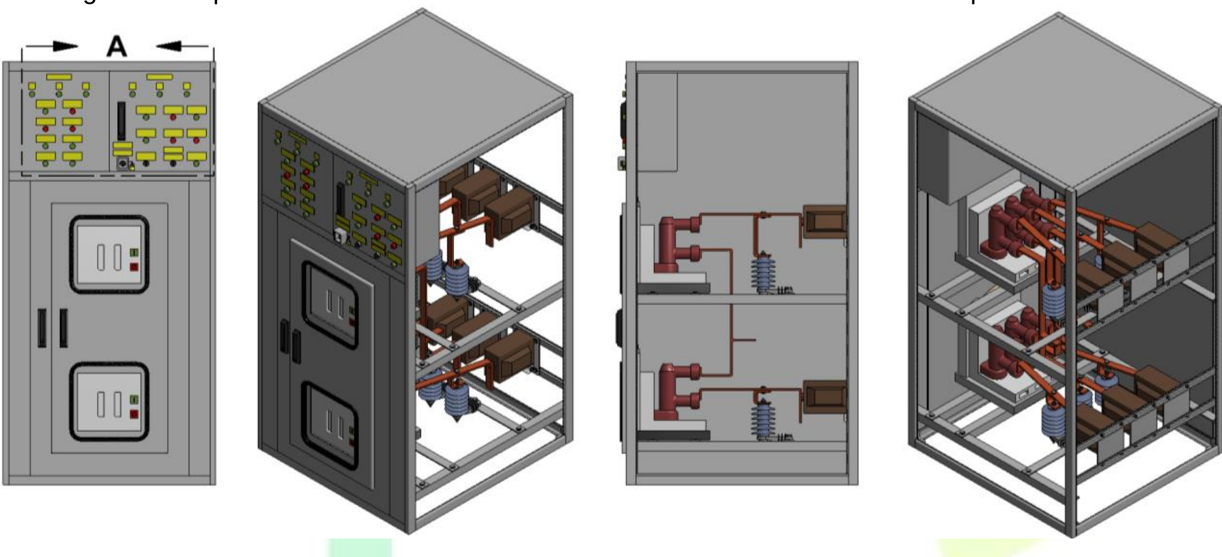
b) Los interruptores deben poseer en el frente una señalización visual, sólidamente adherida al eje del equipo, que permita conocer la posición cerrado, abierto.

c) Los polos del interruptor deben estar confinados en recipiente hermético (envolvente) de acuerdo con la tecnología o medio de extinción.

d) El sistema de apertura de cada interruptor será mediante un pulsador mecánico instalado en el frente de la celda para operación manual, local y bobinas para su comando por transferencia automática o a distancia.

e) El interruptor debe ser libre de mantenimiento en sus partes vivas (cámaras de extinción y contactos de potencia).

Figura 2. Esquemático transferencia automática en media tensión con interruptores en vacío.



4.1.2.1. Características eléctricas

Las características técnicas que deben cumplir los interruptores que conformen la transferencia son las siguientes:

- Tensión mínima nominal: 15 kV mínimo.
- Tensión de operación: 13.2 kV.
- Corriente nominal: 600 A mínimo.
- Conexión del sistema: "Y" con neutro sólidamente puesto a tierra.
- Nivel de aislamiento (BIL): 95 kV mínimo.
- Frecuencia de operación: 60 Hz.

- Aislamiento frecuencia industrial: 38 kV.
- Capacidad de interrupción en cortocircuito (1s): 20 kA mínimo.
- Capacidad de cierre: 40 kA mínimo.
- Medio de extinción o corte del arco: SF6, Vacío.
- Modo de operación: Bajo carga.
- Normas de fabricación: IEC62271-100 o equivalente ANSI

4.1.2.2. Características mecánicas

a) Mecanismo de operación de energía acumulada por resortes.
b) Motor para carga de resortes.
c) Dispositivo para carga manual de los resortes.

4.1.2.3. Dispositivo de apertura por falla

a) Los interruptores dispondrán de un dispositivo de apertura que funcionará por la operación de cualquiera de los elementos de protección instalados.
b) El dispositivo de apertura del interruptor será apto para operación por medio de señales provenientes de los elementos de protección instalados en la celda tales como relés de protección u otro tipo de señales de relés auxiliares o perillas de control.

4.1.2.4. Enclavamiento mecánico entre interruptores de potencia

Esta condición será opcional para este tipo de dispositivos, pero si desde fábrica se cuenta con esta posibilidad, la misma debe ser implementada.

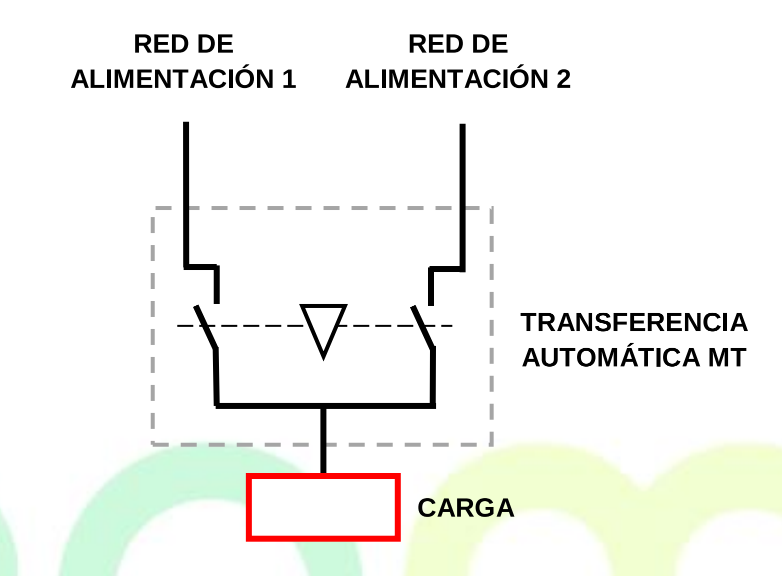
4.1.2.5. Enclavamiento eléctrico entre interruptores de potencia

Para la implementación de transferencias en media tensión por medio de interruptores, estos deben contar con un enclavamiento eléctrico que evite el cierre manual de cualquiera de los dos interruptores en caso de operación de uno de los relés de protección.

5. DISPOSICIONES

La configuración o disposición esquemática más común de una transferencia en media tensión se puede apreciar en la figura 3.

Figura 3. Esquema de una transferencia en media tensión.



6. GENERALIDADES DE LA CELDA

6.1. CONSTRUCCIÓN

De acuerdo con el Artículo 20.23.2 del RETIE "Las celdas de media tensión, deben cumplir los requisitos de una norma técnica internacional, tal como IEC 62271-1, IEC 62271-200, IEC 60695-11-10 de reconocimiento internacional, tales como la UL 347, Ul94, ANSI – IEEE C37, NTC 3309 o NTC 3274 que les aplique", adicionalmente, a continuación de presentan características técnicas que éstas deben cumplir y soportar:

a) características eléctricas:

- Tensión mínima de diseño: 15kV mínimo.
- Tensión de operación: 13.2kV.
- Nivel de aislamiento BIL: 95kV mínimo.

- Aislamiento a frecuencia industrial: 38kV mínimo.
- Capacidad de corriente del barraje: 600 A mínimo.
- Corriente de corto circuito: 20kA mínimo.

b) Garantizar su funcionamiento confiable tanto en los equipos como en las personas.

c) La estructura estará conformada por perfiles metálicos soldados o pernados entre sí, aptos para soportar sin deformarse, los esfuerzos de transporte, montajes y operación a que esté sometido el equipo.

d) Debe ser construida en lámina de acero laminado en frío (cold rolled) de un espesor mínimo de 2 mm; tendrá los refuerzos necesarios para evitar deformaciones e irá pernada o soldada a la estructura, cubriendo el equipo por todas las caras excepto por la base.

e) Debe emplearse pintura en polvo con poliéster y cumplir con las condiciones y requisitos que permita una adherencia mínima del 95%, cuando se someta al ensayo descrito en la NTC 811, método de la cuadricula, o una norma equivalente.

f) Debe estar protegida interior y exteriormente contra la corrosión (NTC 2050 artículo 300-6), el material deberá ser el adecuado para soportar el medio en el que esté instalado.

g) La celda será autosoportada en una base metálica rígida y debe ser fijada (anclada) firmemente al piso nivelado del cliente mediante pernos de acero dimensionados y adecuados para dicho piso.

h) Dispondrá de accesos de acuerdo con los requerimientos constructivos para todas las conexiones, instalación de equipos, así como las labores de mantenimiento que deben ser fácilmente realizable.

i) Todas las puertas de la celda dispondrán de chapa de seguridad con llave y sistema de cierre adecuado que eviten la entrada de polvo, humedad y animales.

j) Las puertas de acceso al interior de la celda debe tener enclavamiento mecánico para evitar el acceso de personas a las partes energizadas, mientras éstas se encuentren energizadas y no se hayan conectado a tierra.

k) La tornillería empleada para la construcción de la celda será sometida a procesos de tropicalización o galvanizado.

l) El grado de protección de la celda debe ser como mínimo IP3X.

m) La celda debe poseer rejillas de ventilación adecuadas con protección para evitar el ingreso de polvo, humedad y animales.

n) Todos los elementos metálicos del equipo, tales como tapas, puertas y demás elementos que queden al acceso de personas, deben suministrarse debidamente puestos a tierra.

o) Dependiendo de las características del sitio de instalación del equipo, éste debe llevar resistencias de calefacción controlada por termóstato o por higrostato según el caso.

p) Debe cumplir con protección de arco eléctrico interno acorde a la IEC62271-200. Protección mínima A-FL, con desfogue de gases por arriba a 2 m del piso o por el cárcamo según aplique.

6.2. DISPOSICIÓN FÍSICA

a) En los casos cuando los interruptores de potencia desde fábrica tengan la posibilidad de adecuárseles enclavamiento mecánico entre ellos, estos se deben disponer en forma tal que permitan la implementación de dicho enclavamiento con los elementos adecuados. El proveedor debe presentar su propuesta de enclavamiento para evaluación y aprobación por parte de EPM antes de su construcción.

b) Para el caso de los equipos de transferencia automáticos en media tensión construidos con interruptores y seccionadores aislados en “SF6”, la celda debe ser del tipo LSC1 de acuerdo con la IEC 62271-200, de tal forma que disponga de un compartimiento aislado independiente para alojar cada uno de los grupos de elementos que se describen a continuación, y podrá tener máximo tres puertas de acceso:

- Compartimiento de Potencia: Para alojar los conectores y terminales premoldeados del cable aislado de potencia, los DPS a 13.2kV, los transformadores de potencial a 13.2kV, los transformadores de corriente a 13.2kV cuando estos se instalen y los interruptores de potencia a 13.2kV.
- Compartimiento de control: La celda dispondrá de un compartimiento aislado para alojar los equipos que componen el control, operación, supervisión y protección.

c) El acceso de los cables de potencia a 13.2 kV debe ser por la parte inferior de la celda cuando se trate de transferencias con interruptores o seccionadores en “SF6”.

d) Todos los cables de potencia a 13.2 kV deben asegurarse a la estructura de la celda mediante soportes de material aislante firmemente fijados a los perfiles de la celda. La superficie de contacto del soporte con el cable debe ser adecuada y no podrá tener aristas que puedan deteriorar el cable. El cable de potencia a 13.2kV se debe sujetar firmemente al soporte mediante elementos adecuados para ello.

e) La salida de los cables hacia la carga será por la parte inferior de las celdas, por lo tanto, se debe dejar las previsiones necesarias para ello.

f) Cuando sea necesario, deben colocarse empaques o dispositivos adecuados a la lámina de acero para evitar que ésta dañe los cables de potencia y control.

g) Se proveerán los espacios que permitan respetar los radios de curvatura permisibles para el cable de potencia a 13.2 kV a utilizar en la instalación.

6.3. DIMENSIONES

Las transferencias fabricadas con seccionadores en SF6 o con interruptores al vacío posibilitan que las dimensiones de las celdas sean muy reducidas gracias al nivel de aislamiento que ofrecen estos elementos (SF6 y vacío). Los diseños y dimensiones de dichas transferencias dependerán del fabricante o proveedor, los cuales serán aceptados por EPM, siempre y cuando cumplan las siguientes características:

a. La altura máxima del control y señalización será de 2200mm.

b. Habrá libertad en las dimensiones restantes, pero en todo caso estarán sujetas a las exigencias del nivel de aislamiento especificado y que se conserven las distancias eléctricas mínimas internas y externas tanto para la seguridad de las personas como para la realización de las labores de operación y mantenimiento. Cómo parámetro de diseño debe tenerse en cuenta la distancia mínima de aire de la tabla 1.

6.4. AISLAMIENTO Y SEPARACIONES PARA LOS ELEMENTOS DE POTENCIA

La distancia entre las partes sometidas a tensión y cualquier elemento metálico de la celda y la separación entre fases serán tales que en todo momento se cumpla el nivel de aislamiento especificado para los equipos y en general para la transferencia. Las mismas estarán sujetas a los valores especificados en la Tabla 1.

Tabla 1. Distancia en aire mínima

Voltaje del equipo [kV]	Nivel de Aislamiento [kV]	Distancia mínima [mm]
17.5	95	160

Tomado de las normas IEC 60071-1 y 62271-1



6.5. SEGURIDAD

a) La celda debe ser construida de tal forma que permita visualizar permanentemente el estado de los seccionadores o interruptores (abierto, cerrado).

b) La celda debe tener puerta o puertas de acceso a los diferentes compartimientos, las cuales deben disponer de cerradura con llave para su aseguramiento.

c) El equipo dispondrá de un barraje de puesta a tierra al cual estarán conectadas todas las partes metálicas no sometidas a tensión en condiciones normales. Dicho barraje será construido en platina de cobre con sección equivalente a un calibre N° 2/0 AWG y tendrá un conector apropiado para la conexión a la malla de puesta a tierra de la subestación.

d) En la puerta de cada celda se colocará un aviso de “Peligro Alta Tensión 13200 Voltios”, con las especificaciones descritas en la norma RS5-006 del manual de normas de diseño y construcción de redes de EPM, al igual que el aviso de riesgo eléctrico descrito en el numeral 6.1.1 del RETIE (resolución 90708 de agosto de 2013).

6.6. SEÑALES DE CONTROL, OPERACIÓN, SUPERVISIÓN Y PROTECCIÓN

En la parte frontal externa de la celda se dispondrán de los siguientes pilotos y/o dispositivos de control, operación, supervisión y protección claramente identificados. Para mayor claridad ver figura 4.

Figura 4. Panel de pilotos y perillas de control de una transferencia automática en media tensión (detalle A de la figura 2).

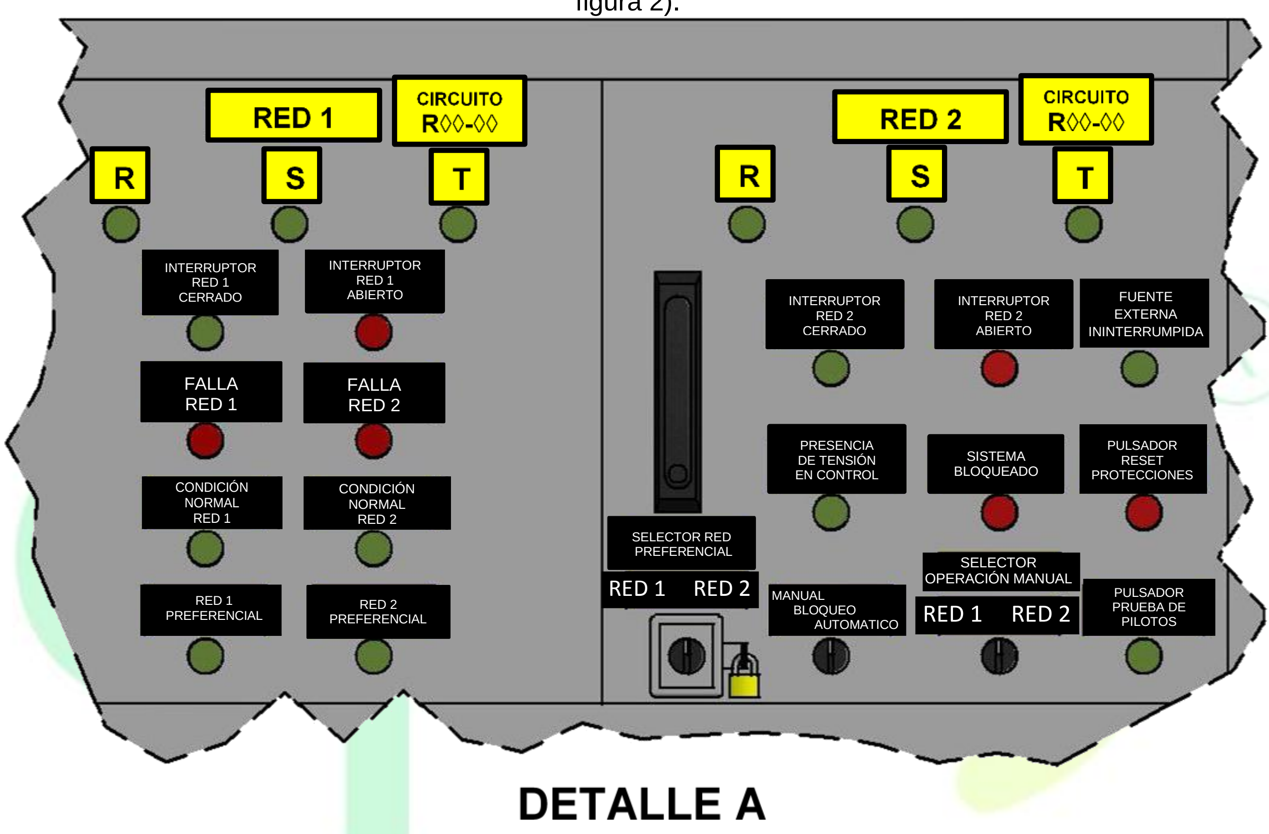
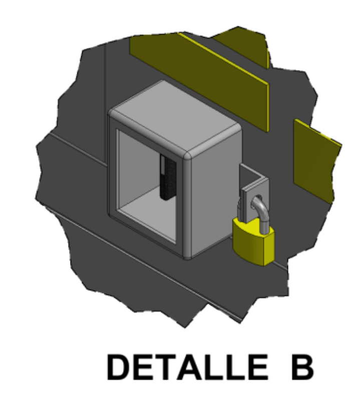


Figura 5. Cubierta protectora del selector de la red preferencial con el fin de restringir la manipulación del mismo (detalle B de la figura 2).



DETALLE B

Todos los pilotos y señales en el compartimiento de control deben tener iluminación del tipo LED con los colores y características que se describen a continuación:

a) Señalización luminosa de presencia de tensión en cada una de las fases de los circuitos alimentadores a 13.2 kV, la cual debe ser de color “verde” o “rojo”. Encima de cada piloto se debe marcar a cual fase y a que red corresponden (RED 1 o RED 2). La señalización puede estar ubicada en la puerta del cubículo de control de la transferencia como pilotos independientes o en el panel frontal del compartimiento de potencia, mediante bloque de presencia de tensión.
b) Indicación luminosa de la posición (abierto o cerrado) de los seccionadores o interruptores: Para la posición cerrado, el color de la señalización en el piloto debe ser “verde” y “rojo” para la posición abierto. Encima del piloto se debe indicar a que red corresponden y el estado de operación (abierto o cerrado).
c) Indicación luminosa de operación de los dispositivos de protección relés 27, 51, 46 en cada uno de los circuitos. Los pilotos deben ser de color “rojo” y se debe colocar una leyenda que indique “FALLA RED 1” Y “FALLA RED 2” encima de cada uno de estos.
d) Señalización de estado normal de funcionamiento de los circuitos, los cuales en conjunto con los pilotos de cada fase dan indicación de la condición de normalidad en ambas redes. Los pilotos deben ser de color “verde”, y encima de estos se debe colocar una leyenda que indique “CONDICIÓN NORMAL RED 1” Y “CONDICIÓN NORMAL RED 2”. Por si solos, los indicadores de tensión en cada fase no brindan la información completa acerca de la normalidad de los circuitos, porque en caso de presentarse una inversión de secuencia, una sobre o baja tensión, los mismos no brindarían la información necesaria y permanecerían encendidos.

   La señalización anterior es importante dado que brinda una información oportuna al personal de mantenimiento de la instalación acerca de las condiciones de los circuitos, sobre todo para el respaldo, de tal forma que estos fácilmente puedan saber si dicha red se encuentra en condiciones operativas para que en caso de requerirse, la carga pueda ser transferida, buscando con ello que puedan enterarse oportunamente de la falla en una red para avisar de tal condición a la línea de daños de EPM, evitando que solo se

enteren de alguna anomalía en el circuito de respaldo cuando se presente una falla en el servicio de energía y no se pueda realizar la transferencia.

e) Señalización luminosa de presencia de la tensión en el control. Debe contar con un piloto del tipo push to test o en su defecto un pulsado, el mismo debe ser de color “verde” y encima de éste se debe colocar la leyenda: “PRESENCIA DE TENSIÓN EN CONTROL”.

f) Indicación luminosa de posición de bloqueo del sistema de control. El piloto debe ser de color “rojo”, y solo debe encenderse cuando el selector de modo de operación se conmute al estado bloqueo, en cuyo caso, ambos interruptores deben abrirse y no podrán operarse en forma manual por medio del selector para operación manual, ni en forma automática o remota. Encima de este piloto se debe colocar la leyenda: “SISTEMA BLOQUEADO”.

g) Pulsador para prueba de pilotos de señalización. El pulsador debe ser de color “verde”, y al presionarlo deben encender todos los pilotos en el frente de la celda con el fin de verificar su correcto funcionamiento.

h) Selector red preferencial. Debe ser un selector de dos posiciones, por medio del cual se seleccionará cual red o circuito será el principal o preferencial, y por ende cual quedará como circuito de respaldo. Dicho selector debe estar acondicionado con una cubierta para la instalación de un sello de seguridad de los que emplea EPM, de tal forma que la selección del circuito preferencial quede solo a potestad de EPM. Así mismo, encima de este selector se debe adecuar las siguientes leyendas: “SELECTOR RED PREFERENCIAL”, “RED 1” Y “RED 2”. Ver figura 5.

i) Selector de modo de operación. Debe ser un selector de tres posiciones, por medio del cual se seleccionará los siguientes estados de operación del equipo entre “MANUAL” - “AUTOMATICO”-“BLOQUEO”, cuyos estados deben quedar marcados en la celda en cada uno de los puntos de conmutación del selector.

j) Pulsador para desbloqueo del control por acción de las protecciones, éste debe ser de color “rojo” y en la parte superior del mismo se debe colocar la leyenda “PULSADOR RESET PROTECCIONES”. Este Pulsador se deja como opcional y se utilizará de acuerdo con su necesidad en el diseño de la celda.

k) Selector Operación Manual. Este selector solo debe operar cuando el selector modo de operación se encuentre conmutado en el estado "MANUAL", y por medio de este se selecciona el cierre del interruptor de una red en específico. En la parte superior de este selector se debe colocar las leyendas "SELECTOR OPERACIÓN MANUAL", "RED 1" Y "RED 2".

l) La inclusión de señalizaciones y mandos adicionales, requeridos por la construcción propia de un dobletiro específico, se consultará con EPM.

m) En la parte superior de la celda, cada circuito alimentador a 13.2kV se marcará con las placas especificadas en la norma de EPM RS6-004, además de la marcación consecuente con las denominaciones usadas en los paneles de control, operación, supervisión y protección.

n) La señalización de los pilotos y pulsadores descritos en los literales anteriores, a excepción de los literales a) y m) deben ser plásticos, acrílicos o metálicos. Los números y letras deben ser de color blanco, deben tener una altura mínima de 5mm, ser indelebles en alto o bajo relieve, y el fondo debe ser negro (ver figura 3). No se permiten elementos de marcación hechos con rotuladora, pintura, cinta, marcador o similar.

o) La señalización de los pilotos descritos en los literales a) y m) deben ser plásticos, acrílicos o metálicos, y fijados a la celda por medio de remaches plásticos o cinta doble adhesiva faz de alta adherencia. Los números y letras deben ser de color negro, deben tener una altura mínima de 15mm, ser indelebles en alto o bajo relieve, y el fondo debe ser amarillo (ver figura 3). No se permiten elementos de marcación hechos con rotuladora, pintura, cinta, marcador o similar.

6.7. BARRAJE

a) Será calculado e instalado para la capacidad de corriente nominal del interruptor y fabricado en cobre electrolítico del 99% de conductividad.

b) Se deben emplear barrajes cubiertos (aislados) mediante funda termo contráctil de un nivel de aislamiento mínimo de 17.5kV.

c) Se debe suministrar el barraje tripolar adecuado para la salida inferior por cable aislado.

d) El barraje debe ser instalado después de los interruptores o seccionadores, hacia el lado de la carga.
e) La distancia de separación entre barras y entre barra y cualquier elemento puesto a tierra debe cumplir las normas de fabricación del seccionador o del interruptor según el caso.
f) Se usarán conectores de compresión para los terminales de los cables de baja tensión, los cuales se instalarán de acuerdo con las técnicas adecuadas.
g) Toda la tornillería para barrajes y conectores será de material adecuado que garantice una fijación y contacto eléctrico óptimos.

7. DISPOSITIVOS DE CONTROL, OPERACIÓN, SUPERVISIÓN Y PROTECCIÓN

a) El control será de estado sólido y debe cumplir el siguiente ciclo: Detectar una condición anómala en el circuito preferencial tales como ausencia, alto o bajo voltaje, inversión de secuencia entre otros, ordenar dado ese evento, la apertura del seccionador o del interruptor del circuito preferencial y cerrar el de respaldo, siempre y cuando se cumplan las condiciones especificadas para que dicha transferencia se dé. Una vez desaparezca la falla en el circuito preferencial y este se normalice, debe ordenar el regreso al circuito preferencial de acuerdo con la temporización preestablecida. Bajo ninguna circunstancia se permite el uso de controles o relés de detección de tecnología electromecánica.
b) Para censar la presencia o ausencia de tensión en los dos circuitos alimentadores a 13.2kV, deben emplearse transformadores de potencial u otro dispositivo en cada una de las fases de los circuitos alimentadores a 13.2kV, los cuales deben poseer la sensibilidad necesaria para detectar cambios en la tensión en estado estacionario a 60 Hz en un porcentaje de +/- 10% de la tensión nominal.

   Si se emplean dispositivos diferentes a los transformadores de potencial para la detección de las variaciones de tensión y la presencia o ausencia de tensión, estos deben poseer una sensibilidad equivalente a la que poseen los transformadores de medida convencionales.
c) El control de la transferencia debe poseer temporizadores graduables para ajustar el tiempo que debe tomar la conmutación de la transferencia del circuito alimentador

preferencial al de respaldo y viceversa. El tiempo que se fije será aquel que se acuerde entre el OR y el diseñador de la instalación de acuerdo con las características de la red y la coordinación de protecciones asociada.

d) La protección de bajo voltaje debe ser regulable para garantizar una protección que cubra las variaciones en la tensión de estado estacionario a 60 Hz en el rango +/- 10%, tal y como lo determina el numeral 6.2.1 de la resolución CREG 024 de 2005.

e) El control debe contar las siguientes funciones de protección implementadas:

- Protecciones de bajo voltaje (27) y sobre voltaje (59), las cuales deben estar integradas en una sola unidad de protección.
- Protección contra falta (pérdida) de fase (46).
- Protección contra inversión de fase (secuencia) (46).
- Protección contra cierre de los dos interruptores simultáneamente (enclavamiento eléctrico).
- Cuando sea necesaria la protección de sobre corriente según lo descrito en el numeral 4.1.1.3, la misma debe implementarse de tal forma que cumpla con las funciones de sobrecorriente (50/51 y 50N/51N) para cada interruptor de potencia en vacío o seccionadores en "SF6".

f) Los dispositivos que se usen para implementar las protecciones serán de estado sólido y de última tecnología, completamente electrónicos. Se puede instalar relés integrados multifuncionales siempre y cuando cumpla con los requisitos anteriores.

g) Los dispositivos que se empleen para implementar las protecciones deben estar instalados solo en el compartimiento de control del equipo de transferencia, y las señales para su funcionamiento solo podrán ser tomadas a través de transformadores de instrumentación u otro tipo de elementos debidamente certificados para ello, pero que se encuentren localizados en el interior del mismo equipo de transferencia. Bajo ninguna circunstancia se permite la instalación de los dispositivos de protección descritos en el literal e) por fuera del equipo de transferencia o que tomen las señales para su funcionamiento por fuera de éste.

h) Los cables de control se identificarán en ambos extremos mediante técnicas de marcación e identificación, empleando para ello marquillas plásticas adecuadas. Bajo

ninguna circunstancia de admitirá marcación realizada con papel, rotuladora u otro medio que no sea perdurable en el tiempo.

i) El cableado llegará hasta las borneras debidamente marcadas e identificadas, localizadas en el compartimento de control.

j) No podrá haber empalmes ni derivaciones en el recorrido de los cables de control.

k) Las borneras no podrán ser de material que propague el fuego y su parte metálica será resistente a la corrosión.

l) Se usarán canaletas plásticas de material que no propague el fuego, para conducir los cables de control a través de la celda.

m) La conexión de los cables a las borneras se ejecutará con conectores terminales apropiados.

n) Se dispondrá de borneras de reserva (aproximadamente un 10%) en el compartimento de control.

o) Si el equipo de transferencia tendrá transformadores de potencial para la implementación de las protecciones (27), (59), (46) en cada uno de los circuitos según lo descrito en el literal e), las borneras asociadas a ambos circuitos alimentadores a 13.2kV serán independientes.

p) En los casos donde sea estrictamente necesaria la implementación de protección por sobrecorriente (50/51 y 50N/51N), acorde a lo descrito en el numeral 4.1.1.3, y se instalen transformadores de corriente para ello, las borneras asociados a dichos transformadores en ambos circuitos alimentadores a 13.2kV serán independientes y cortocircuitables.

q) La transferencia debe contar con un respaldo automático de la fuente de alimentación para el control y la señalización, eso es, una fuente principal e ininterrumpida y una fuente secundaria que supla la primera frente a una falla, es decir, la fuente de alimentación debe ser continua y confiable, y con la señalización que indique la presencia o ausencia de la fuente adicional.

   Las fuentes de alimentación para el control y señalización de la transferencia deben configurarse de la siguiente manera: 1. Principal fuente externa, 2. desde los TPs del circuito principal, 3. desde los TPs del circuito de respaldo.

8. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

a) Bajo ninguna circunstancia podrán cerrarse simultáneamente los dos seccionadores o interruptores. Se dispondrá de enclavamiento eléctrico y mecánico en los casos que aplique para tal fin.
b) Se dispondrá de un dispositivo conmutador de bloqueo manual de operación de los seccionadores o de los interruptores a voluntad del operador. De este modo debe abrirse el seccionador o el interruptor que esté en servicio.
c) El equipo podrá operarse bajo tres (3) modos básicos: bloqueo, manual, automático.
d) El modo de operación bloqueo se extiende para pruebas y rutinas de mantenimiento.
e) El circuito alimentador denominado como preferencial, debe permitir ser seleccionado libremente por EPM entre ambos circuitos y bajo criterios operativos del Operador de Red, el cual en condiciones normales de operación, debe surtir del servicio a la instalación. Para la selección del circuito preferencial entre ambos circuitos, solo debe ser necesario conmutar un selector instalado para tal fin, el cual debe tener la posibilidad de ser sellado por EPM en cualquiera de sus posiciones. Ver figura 5.
f) En el modo manual los seccionadores o interruptores según sea el caso deben ser operados mediante la palanca o el pulsador de operación instalado ya sea en el mismo equipo o en el compartimiento de control.
g) En el modo automático los seccionadores o interruptores sólo podrán ser gobernados por el control y no recibirán ninguna orden manual ya sea eléctrica o mecánica externa originada por un operario.
h) Las órdenes que el control da normalmente en el modo automático a los seccionadores o interruptores o las que éstos reciben en el modo manual serán bloqueadas por la operación de las protecciones, hasta que un operario ordene voluntariamente el desbloqueo de la protección. La operación de las protecciones abrirá a su vez el seccionador o el interruptor que esté en servicio (cerrado) e inhibirá la operación de cierre del otro seccionador o interruptor.
i) Se considera “sin servicio” un circuito alimentador a 13.2kV cuando se vea disminuida su tensión por debajo del 90% de la tensión de fase nominal del sistema.

j) En el modo automático, la alimentación a la carga de la subestación no podrá permanecer conectada por el equipo de transferencia a un alimentador que esté “sin servicio” (desenergizado).

k) Estando “sin servicio” el alimentador preferencial, el equipo transferirá la carga al alimentador de respaldo, siempre que éste se encuentre en condiciones normales, en un tiempo ajustable hasta 10 segundos máximo.

l) Una vez se restablezca el servicio en el circuito alimentador preferencial y que éste se encuentre en condiciones normales de operación, el equipo transferirá de nuevo la carga a dicho circuito en un tiempo ajustable hasta 10 segundos.

9. EQUIPOS DE PROTECCIÓN (DPS)

Para cumplir con lo descrito en el artículo 20.14 de la resolución 90708 del 30/08/2013 (RETIE), teniendo en cuenta además que en el interior de los equipos de transferencia se presenta un cambio de impedancia característica y que se generan sobretensiones transitorias durante los procesos de conmutación de los interruptores o seccionadores, es necesario para mitigar estos efectos que la transferencia incorpore dos (2) juegos de 3 DPS cada uno, de ZnO (Óxido de Zinc), instalados en cada uno de los circuitos alimentadores a 13.2kV, ubicados y conectados en la entrada de los cables a 13.2kV. Estos DPS deben cumplir la norma IEC 37 ó en su defecto con la ANSI/IEEE C62.11.

Los DPS a suministrar deben ser de conexión fase–tierra, para ser usados en un sistema trifásico a 13,2 kV sólidamente puesto a tierra para uso interior en celdas, sin explosores, con bloques de resistencias no lineales de ZnO. Cada DPS debe tener una placa de identificación que contenga la información referente a diseño y condiciones de servicio y funcionamiento mínimas requeridas, de acuerdo con la sección 3 de la norma IEC 99-4.

Los DPS deben cumplir con las especificaciones descritas en la norma RA7-108 de EPM, y en especial con las siguientes características técnicas de la tabla 2.

Tabla 2. Especificación técnica DPS

Descripción	Nivel
1. Tensión nominal de ciclo de trabajo	12 kV
2. Tensión máxima continua (MCOV) (kV RMS)	10.2 kV
3. Frecuencia	60 Hz
4. Tensión soportada por el aislamiento:	
➢ En seco 1 minuto	27 kV
➢ En húmedo 10 segundos	24 kV
➢ Onda de impulso 1.2/50 µs kVpico	75 kV
5. Corriente nominal de descarga con onda 8/20 µs	10 kA
6. Corriente de prueba para ciclo de trabajo, onda 4/10 µs pico para 10kA de descarga.	65 kA
7. Corriente de falla sostenida para presión de alivio	10 kA rms
8. Voltaje máximo de descarga (residual) para onda 8/20 µs (kV crestas) 10kA.	35 kV

10. TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACIÓN PARA SEÑALES DE CONTROL

10.1. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

Acorde a lo descrito en el numeral 4.1.1.3, en los casos donde se requiera la implementación de una protección por sobrecorriente y no se empleen fusibles para ello debido al tipo de tecnología utilizada (interruptores), las señalas de control para el dispositivo de protección deben obtenerse a partir de transformadores de corriente que deben ser instalados en el interior del equipo de transferencia. El suministro en caso de requerirse debe incluir un juego de tres (3) transformadores de corriente que deben cumplir con la norma IEC61869-2 y como mínimo con las siguientes condiciones:

a) La relación de transformación debe ser del tipo A-B/5 A seleccionada acorde a lo establecido en la norma NTC 5019 para selección de elementos de medida acorde a la carga.
b) La precisión del transformador de medida debe ser mínimo 10P5 y el burden acorde a la carga a conectar en los elementos de control.
c) En todo caso, los transformadores de corriente deben cumplir con las exigencias establecidas en el Código de Medida (Resolución CREG 038 de 2014).

d) Los transformadores de corriente deben estar diseñados para soportar el mayor nivel de cortocircuito simétrico y asimétrico generado por cualquiera de los dos circuitos alimentadores en el punto de conexión.
e) De los transformadores de corriente no se podrán obtener las señales para el equipo de medida de la instalación.

10.2. TRANSFORMADORES DE POTENCIAL

En los casos en los que se implemente las protecciones de sobre-baja tensión, ausencia de fase e inversión de secuencia a través de transformadores de potencial, en el equipo de transferencia debe instalarse dos (2) juegos de a tres (3) transformadores de potencial en cada una de las fases, los cuales deben cumplir con la norma IEC61869-3 y con las siguientes condiciones:

a) La relación de transformación debe ser (13.200/√3)/(120/√3)V o (13.200/√3)/(240-220-208/√3)V.
b) La precisión del transformador de medida debe ser mínimo 3P y Clase 0.5, y el burden acorde a la carga a conectar en los elementos de control.
c) De los transformadores de potencial no se podrán obtener las señales para el equipo de medida de la instalación.

11. PLANOS

a) Antes de la construcción del equipo de transferencia, deben presentar a EPM para su aprobación, un juego de planos mecánicos, eléctricos, diagramas de control y servicio del equipo, indicando claramente la filosofía de control, sistemas de protección, cableado y conexiones de borneras.
b) Una vez aprobada la construcción del equipo de transferencia por parte de EPM, es necesario que un juego de los planos antes mencionados sea adosado en la parte interna de la puerta del compartimiento de control del equipo cuando este sea construido.

c) Cualquier modificación posterior, tanto en la disposición general como en el control, debe ser aprobada previamente por EPM.

d) La celda mostrará en un lugar visible (puerta frontal) una breve síntesis de las instrucciones de operación del equipo de transferencia.

e) Debe estar siempre disponible un diagrama unifilar y un juego de planos del control, en un bolsillo adosado a la puerta del compartimiento de control.

12. PRUEBAS

Antes de la puesta en servicio del equipo de transferencia se probarán todos los enclavamientos, bloqueos y en general el correcto funcionamiento eléctrico y mecánico del equipo, de acuerdo con el protocolo establecido por las Empresas Públicas de Medellín.

13. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

a) La operación de los equipos de transferencia debe ser ejecutada por personal instruido y entrenado para tal fin, lo cual se comprobará por parte de EPM en el momento de la puesta en servicio y será requisito para la conexión al sistema.

b) EPM no admitirá la operación del equipo por personal no autorizado para tal fin. El propietario de la instalación será responsabilizado de los daños y consecuencias que se presenten por este motivo.

c) El propietario debe confiar el mantenimiento del equipo de transferencia a una firma especializada en la construcción de tales elementos, la cual debe estar debidamente registrada ante EPM.

d) Debe practicarse una revisión exhaustiva del equipo comprobando su cabal funcionamiento al menos una vez por año y al menos cada dos años debe realizarse labores de limpieza, inspección visual y mantenimiento en general en este tipo de equipos.

e) Se llevará una tabla o registro de mantenimiento y revisión del equipo firmado por un ingeniero electricista matriculado.

f) En caso de no realizarse la revisión periódica y mantenimiento del equipo de transferencia, EPM se verá obligado a tomar las medidas que consideren necesarias.
g) Las fallas en la operación del equipo que evidencien serios inconvenientes en su funcionamiento deben ser comunicadas de inmediato a EPM para que se tomen las medidas que se consideren pertinentes.
h) Para el caso de transferencias que incorporen fusibles como elemento de protección por sobrecorriente, se debe tener cuando menos un juego de tres fusibles de repuesto guardado en un sitio apropiado en el interior de la subestación.
i) En todo caso, el equipo de transferencia debe ajustarse a las exigencias establecidas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas- RETIE (Resolución 90708 de 2013).

14. GENERALIDADES

Las siguientes son algunas observaciones adicionales que deben tenerse en cuenta al instalar los equipos de transferencia:

a) El equipo debe brindar seguridad al personal de operación y mantenimiento impidiendo el acercamiento a partes vivas.
b) No se deben ubicar en zonas donde se presenten vibraciones. De ser así se debe colocar algún sistema amortiguador.
c) Se deben fijar firmemente al piso mediante pernos de anclaje.
d) En la ubicación de los equipos de transferencia se debe garantizar un espacio suficiente para que la apertura de todas las puertas sea de 90° como mínimo.
e) El equipo de transferencia debe ser instalado en el interior de un cuarto técnico de alojamiento exclusivo para equipos eléctricos, en el cual no podrá almacenarse ningún elemento ajeno o extraño a tales equipos y no podrá cruzar ningún tipo de tubería diferente a las de energía.
f) En el interior del cuarto técnico donde se aloje el equipo de transferencia deben cumplirse las especificaciones descritas en el capítulo B de la sección 110 de la NTC 2050 y la norma RA8-014 de EPM, sobre todo en lo concerniente a espacios de trabajo.

g) El cuarto técnico donde se aloje el equipo de transferencia debe contar con iluminación tradicional de mínimo 100 luxes, iluminación de emergencia con autonomía mínima de 1 hora, las puertas del cuarto deben abrir hacia afuera y deben poseer chapas antipánico en ambas alas.

h) El acceso al cuarto técnico debe tener un ancho tal, que permita el ingreso o extracción completa del equipo de transferencia sin necesidad de desarmarlo, pero en todo caso las dimensiones del acceso no podrán ser inferiores a 900mm y a 1900mm de alto.

i) En las puertas de acceso al cuarto técnico donde se aloje el equipo de transferencia debe instalarse los siguientes avisos: “Peligro Alta Tensión 13200 Voltios”, “Prohibido el Acceso a Personal No Calificado y No Autorizado” y el símbolo de riesgo eléctrico. La señalización debe ser plástica, acrílica o metálica. Los números y letras deben ser de color negro, deben tener una altura mínima de 30mm, ser indelebles en alto o bajo relieve, y el fondo debe ser amarillo.

j) El equipo de transferencia debe cumplir con las distancias de separación entre partes energizadas y partes metálicas puestas a tierra. Adicionalmente debe estar diseñado de tal manera que las labores de mantenimiento puedan hacerse sin ningún tipo de obstáculos o inconvenientes por la separación entre elementos.

k) El equipo descrito debe cumplir con las exigencias de EPM y las regulaciones de la CREG sobre la materia y será apto para funcionar a una temperatura ambiente promedio de 24°C, con rangos entre 10°C y 40°C, humedad relativa de 85% y altura sobre el nivel del mar de 1500 metros.

l) Todos los elementos componentes y el equipo en sí deben cumplir con las partes aplicables de las normas NTC (ICONTEC), IEC 298, NEMA ICS1 y NEMA ICS2, para celdas y equipos de media tensión.

15. NORMAS, PRUEBAS Y ENSAYOS

Los equipos de transferencia deben cumplir con lo establecido en el artículo 20.16.4 y 20.23.2 del RETIE. Los fabricantes de este tipo de equipos deben verificar mediante pruebas como mínimo los siguientes parámetros:

a) Grados de protección IP e IK.
b) Incremento de temperatura.
c) Propiedades dieléctricas.
d) Distancia de aislamiento y fuga.
e) Efectividad del circuito de protección.
f) Comprobación del funcionamiento mecánico de sistemas de bloqueo, puertas, cerraduras u otros elementos destinados a ser operados durante el uso normal del tablero.
g) Resistencia a la corrosión del encerramiento.
h) Resistencia al calor anormal y al fuego de los elementos aislantes.
i) Medidas de protección contra el contacto directo (barreras, señales de advertencia, entre otros).
j) Resistencia al cortocircuito.
k) Arco Interno.

16. REFERENCIAS

ICONTEC. (2002). Código Eléctrico Colombiano NTC 2050. Bogotá: ICONTEC.

IEC. (2011). IEC 61869-3. Instrument transformers – Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers. Suiza.

IEC. (2011). IEC 62271-1. High-voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications. Suiza.

IEC. (2011). IEC 62271-200. High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV. Suiza.

IEC. (2012). IEC 61869-2. Instrument transformers – Part 2: Additional requirements for current transformers. Suiza.

IEC. (2012). IEC 62271-100. High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: Alternating-current circuit-breakers. Suiza.

IEC. (2013). IEC 60071-1. Insulation coordination – Part 1: Definitions, principles and rules. Suiza.

IEC. (2013). IEC 62271-102. High-voltage switchgear and controlgear – Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches. Suiza.

Ministerio de Minas y Energía. (2013). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE. Resolución N°. 90708 de agosto 30 de 2013. Bogotá.